

**ALIGNER**

Patent number: JP10261580  
Publication date: 1998-09-29  
Inventor: MAKINOUCHI SUSUMU  
Applicant: NIPPON KOGAKU KK  
Classification:  
- international: H01L21/027; G01B11/00; G03F7/20  
- european: G03F7/20T16; G03F7/20T24; G03F7/20T26  
Application number: JP19970083243 19970317  
Priority number(s): JP19970083243 19970317

[View INPADOC patent family](#)

---

**Abstract of JP10261580**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To suppress the generation of an exposure failure due to the vibration of an aligner body. **SOLUTION:** The position of a reticle R is directly measured by a laser interferometer 40 and the vibration of an aligner body is measured by a vibration sensor 50. Then, in a main control system 18, the position of the reticle R is controlled based on the measurement value of the vibration sensor 50 and that of the laser interferometer 40. Therefore, the vibration of the aligner body is measured by the vibration sensor and an error due to a vibration being generated in the measurement value of the laser interferometer 40 is corrected by the measurement result, thus preventing a position deviation (a synchronous error between the reticle R and the wafer W in the case of a scanning-type aligner) due to the vibration and suppressing the occurrence of the exposure failure.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-261580

(43)公開日 平成10年(1998) 9月29日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 21/027

H 0 1 L 21/30

5 1 8

G 0 1 B 11/00

G 0 1 B 11/00

G

G 0 3 F 7/20

5 2 1

G 0 3 F 7/20

5 2 1

H 0 1 L 21/30

5 0 3 F

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平9-83243

(22)出願日

平成9年(1997) 3月17日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 牧野内 進

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

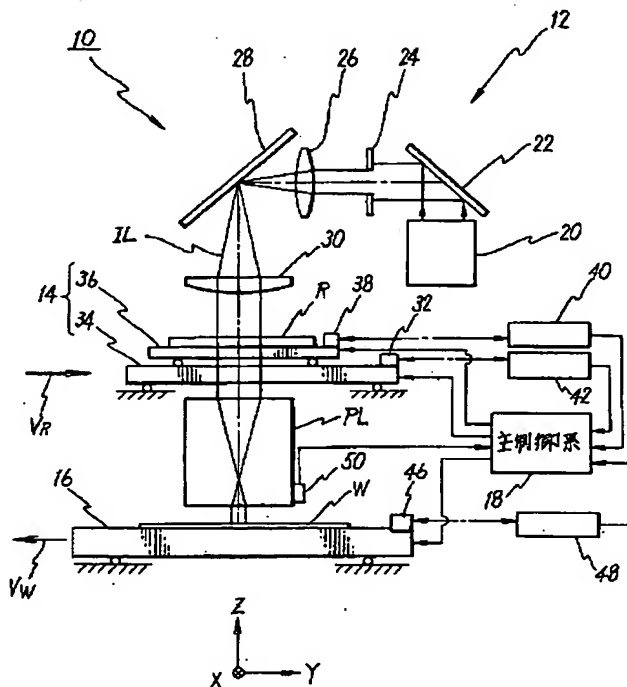
(74)代理人 弁理士 立石 篤司 (外1名)

(54)【発明の名称】 露光装置

(57)【要約】

【課題】 露光装置本体の振動に起因する露光不良の発生を抑制する。

【解決手段】 レーザ干渉計40によりレチクルRの位置が直接的に計測され、振動センサ50により露光装置本体の振動が計測される。そして、主制御系18では振動センサ50の計測値とレーザ干渉計40との計測値とに基づいて、レチクルRの位置を制御する。このため、露光装置本体の振動が振動センサで計測され、主制御系18によりその計測結果を用いてレーザ干渉計40の計測値に生ずる振動による誤差が補正され、これにより振動に起因するレチクルRとウエハWの位置ずれ(走査型露光装置の場合レチクルRとウエハWの同期誤差)が防止され、露光不良の発生が抑制される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 マスクに形成されたパターンを感応基板上に露光する露光装置であって、

前記マスク又は感応基板の位置を直接的に計測する計測手段と；前記露光装置本体内でかつ前記マスク又は前記感応基板以外の部分の振動を計測する振動センサと；前記振動センサの計測値と前記計測手段の計測値とに基づいて、前記マスク又は感応基板の位置を制御する位置制御系とを有する露光装置。

【請求項2】 マスクに形成されたパターンを投影光学系を介して感応基板上に投影露光する露光装置であって、

前記マスクを保持するマスクステージと；前記感応基板を保持する基板ステージと；前記マスクステージ又は基板ステージの位置を直接的に計測する計測手段と；前記露光装置本体内でかつ前記マスクステージ又は基板ステージ以外の部分の振動を計測する振動センサと；前記振動センサからフィードフォワード入力される計測値と前記計測手段の計測値とに基づいて前記マスクステージ又は基板ステージを制御するステージ制御系とを有する露光装置。

【請求項3】 前記マスクステージと前記基板ステージとは、前記ステージ制御系により前記投影光学系に対して所定の速度比で相対走査されることを特徴とする請求項2に記載の露光装置。

【請求項4】 前記マスクステージ及び前記基板ステージの内の少なくとも一方は、粗動ステージとこの粗動ステージ上を相対移動する微動ステージとから成り、前記ステージ制御系は、振動センサからフィードフォワード入力される計測値と前記計測手段の計測値とに基づいて前記微動ステージの位置を制御することを特徴とする請求項2又は3に記載の露光装置。

【請求項5】 前記振動センサは、前記投影光学系の振動を計測することを特徴とする請求項2ないし4のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項6】 前記振動センサは、加速度計であることを特徴とする請求項1ないし5のいずれか一項に記載の露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、露光装置に係り、更に詳しくは、半導体素子、液晶表示素子等をリソグラフィ工程で製造する際に用いられる露光装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体素子又は液晶表示素子等をリソグラフィ工程で製造する際に、露光光の下でフォトマスク又はレチクル（以下「レチクル」と総称する）のパターンを投影光学系を介して感応基板上に投影する投影露光装置が使用されている。かかる装置としては、従来は、ステップ・アンド・リピート方式の縮小投影型露光装置

（いわゆるステッパー）が主流であったが、半導体素子の高集積化によるパターンの微細化に伴い、より高精度な露光が可能なスリット・スキャン方式、あるいはステップ・アンド・スキャン方式等の走査型露光装置が多く用いられるようになってきた。

【0003】かかる走査型露光装置として、初期の頃はレチクルを保持するレチクルステージと、感応基板、例えばウエハを保持するウエハステージとを同期して投影光学系に対して互いに逆向きに投影光学系の投影倍率に応じた速度比で相対走査することにより、レチクルのパターンを投影光学系を介してウエハ上に投影する装置が用いられていた。しかし、この走査型露光装置では、比較的大きな重量を持つレチクルステージ及びウエハステージが用いられていたため、走査露光時の両ステージの応答性が十分でなく、同期誤差が生じ易かった。

【0004】かかる点に鑑み、レチクル側のステージを走査方向に移動するレチクル粗動ステージと、このレチクル粗動ステージ上に搭載され、レチクルRを保持してレチクルRの面と平行な面内で微小移動可能な小型のレチクル微動ステージとで構成した走査型露光装置が最近になって提案されている（詳しくは例えば、特開平6-140305号公報等参照）。このレチクル微動ステージを備えた走査型露光装置では、レチクルとウエハとの同期走査を実現するために、ウエハステージに走査速度の指令値を与え、レチクル粗動ステージにその指令値を投影光学系の投影倍率の逆数倍した指令値を与えてそれぞれの速度制御系によって制御するとともに、レチクル微動ステージはウエハステージの位置を目標値とする位置制御系によって制御することがなされていた。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の走査型露光装置では、レチクル微動ステージのないタイプは勿論、レチクル微動ステージを備えたタイプであっても、レチクルステージとウエハステージとの加速に伴い、これらのステージが搭載されたボディ（露光装置本体）に振動が生じ、この振動が結像性能を悪化させるおそれがあるという不都合を有していた。すなわち、走査型露光装置では、レチクルとウエハとを所定の速度比で同期走査することにより、レチクルのパターンの投影像がウエハ上では相対的に静止した状態（レチクルパターンとウエハとの結像関係を維持した状態）で露光が行われることが重要であるが、各ステージの位置は通常レーザ干渉計によって管理されているため、上記のボディの振動により干渉計の計測値に誤差が生じ、この干渉計の計測値に基づいてステージを制御すれば、その誤差分に対応する同期誤差が発生するからである。

【0006】また、ステッパー等の静止露光型の装置であっても、同様に、例えば設置床からの振動に起因してレチクルとウエハの位置ずれが生じることがあり、特にサブハーフミクロンオーダーの線幅のパターンを露光する

最近の露光装置にあっては、無視できない問題となっている。

【0007】本発明は、かかる事情の下になされたもので、請求項1ないし6に記載の発明の目的は、露光装置本体の振動に起因する露光不良の発生を抑制することが可能な露光装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、マスク(R)に形成されたパターンを感応基板(W)上に露光する露光装置であって、前記マスク(R)又は感応基板(W)の位置を直接的に計測する計測手段(40)と；前記露光装置本体内でかつ前記マスク(R)又は感応基板(W)以外の部分の部分の振動を計測する振動センサ(50)と；前記振動センサ(50)の計測値と前記計測手段(40)の計測値とに基づいて、前記マスク(R)又は感応基板(W)の位置を制御する位置制御系(18)とを有する。

【0009】これによれば、計測手段によりマスク又は感応基板の位置が直接的に計測され、振動センサにより露光装置本体内でかつ計測手段によりその位置が計測されるマスク又は感応基板以外の部分の振動が計測される。そして、位置制御系では振動センサの計測値と計測手段の計測値とに基づいて、マスク又は感応基板の位置を制御する。

【0010】すなわち、本発明によれば、露光装置本体に振動が生じた場合には、振動センサでその振動が計測され、位置制御系によりその計測結果を用いて計測手段の計測値に生ずる振動による誤差が補正され、これにより振動に起因するマスクと感応基板の位置ずれが防止され、露光不良の発生が抑制される。

【0011】請求項2に記載の発明は、マスク(R)に形成されたパターンを投影光学系(PL)を介して感応基板(W)上に投影露光する露光装置であって、前記マスク(R)を保持するマスクステージ(14)と；前記感応基板(W)を保持する基板ステージ(16)と；前記マスクステージ(14)又は基板ステージ(16)の位置を直接的に計測する計測手段(40)と；前記露光装置本体内でかつ前記マスクステージ又は基板ステージ以外の部分の振動を計測する振動センサ(50)と；前記振動センサ(50)からフィードフォワード入力される計測値と前記計測手段(40)の計測値とに基づいて前記マスクステージ(14)又は基板ステージ(16)を制御するステージ制御系(18)とを有する。

【0012】これによれば、例えば投影光学系によるマスクパターンの感応基板上への投影露光中に、露光装置本体に振動が生ずると、振動センサによりマスクステージ又は基板ステージの内の計測手段によりその位置が計測されるもの以外の部分の振動が計測され、その振動センサの計測値がステージ制御系にフィードフォワード入力され、ステージ制御系では計測手段の計測値とフィー

ドフォワード入力された振動センサの計測値とに基づいてマスクステージ又は基板ステージを制御する。この場合、振動センサの計測値がステージ制御系にフィードフォワード入力されているので、ステージ制御系ではその制御対象に大きな影響を与える前に、計測手段の計測値に含まれる振動成分を振動センサの計測値によって相殺することが可能となり、振動による誤差のない状態でマスクステージ又は基板ステージの位置を制御することにより、振動によるマスクと感応基板との位置ずれ等を防止することができ、これによりマスクと感応基板とを所望の結像関係に保った状態で投影露光を行うことが可能になる。

【0013】請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の露光装置において、前記マスクステージ(14)と前記基板ステージ(16)とは、前記ステージ制御系(18)により前記投影光学系(PL)に対して所定の速度比で相対走査されることを特徴とする。すなわち走査型露光装置の場合である。従来の走査型露光装置では露光装置本体に振動が生じると、その振動が計測手段(40)の計測値に誤差(振動的な誤差)を生じさせ、この結果両ステージ(14、16)に同期誤差が生じ、結果的に結像特性が劣化するが、本発明では、振動センサ(50)の計測値がステージ制御系(18)にフィードフォワード入力されているので、両ステージ間に生ずる同期誤差の振動成分を速やかに相殺することが可能となり、結像特性を良好に維持することができる。

【0014】請求項4に記載の発明は、請求項2又は3に記載の露光装置において、前記マスクステージ(14)及び前記基板ステージ(16)の内の少なくとも一方は、粗動ステージ(34)とこの粗動ステージ上を相対移動する微動ステージ(36)とから成り、前記ステージ制御系(18)は、振動センサ(50)からフィードフォワード入力される計測値と前記計測手段(40)の計測値とに基づいて前記微動ステージ(36)の位置を制御することを特徴とする。

【0015】投影光学系を備えた露光装置の場合は、装置本体の振動は投影光学系の結像特性に影響を与えるので、この投影光学系の結像特性に関連する部分の振動を検出することが望ましく、例えば請求項5に記載の発明の如く、前記振動センサ(50)は、前記投影光学系(PL)の振動を計測するようにしても良い。

【0016】また、上記各発明に用いられる、振動センサとしては種々のものが考えられるが、例えば請求項6に記載の発明の如く、前記振動センサは、加速度計(50)であっても良い。加速度計によれば振動を直接的に計測できるので、振動をより正確に計測できる。この他、装置本体の振動に影響を受けない位置に設置すれば、レーザ干渉計あるいはその他の変位センサと、この変位センサの計測値を2回微分する回路との組み合わせにより振動センサを構成しても良い。

## 【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を図1ないし図2に基づいて説明する。

【0018】図1には、一実施形態に係る露光装置としての走査型露光装置10の概略構成が示されている。この走査型露光装置10は、露光光ILによりマスクとしてのレチクルRを照明する照明系12と、レチクルRをY軸方向（図1における左右方向）に走査するとともにXY面内で微少駆動するマスクステージとしてのレチクルステージ14と、このレチクルステージ14の下方に配置された投影光学系PLと、この投影光学系PLの下方に配置され感応基板としてのウエハWをXY面内で2次元移動させるウエハステージ16と、装置全体を統括的に制御するマイクロコンピュータ（又はミニコンピュータ）から成る主制御系18とを備えている。

【0019】前記照明系12は、光源部20、ミラー22、レチクルブラインド24、リレーレンズ26、ミラー28及びコンデンサレンズ30等を含んで構成されている。この内、光源部20は、例えば超高圧水銀ランプ又はレーザー光源等の光源及びオプティカルインテグレート等より構成されている。また、レチクルブラインド24は、レチクルRの下面のパターン形成面と共役な位置に配置されている。

【0020】光源部20から出射された露光光ILは、ミラー22、レチクルブラインド24、リレーレンズ26、ミラー28及びコンデンサレンズ30を経て均一な照度で、レチクルR上のレチクルブラインド24によって設定されたスリット状の照明領域を照明する。この場合、スリット状の照明領域の長手方向がX方向（図1における紙面直交方向）に設定され、レチクルRとそのスリット状の照明領域との相対走査の方向はY方向であるとする。

【0021】前記レチクルステージ14は、不図示のレチクルベース上を走査方向（Y方向）に沿って移動するレチクル粗動ステージ34と、このレチクル粗動ステージ34上に載置されレチクルRを保持してXY平面内で微動（回転を含む）するレチクル微動ステージ36とを有している。

【0022】レチクル粗動ステージ34上には、移動鏡32が設けられており、この移動鏡32にレーザービームを投射し、その反射光を受光することによりレチクル粗動ステージ34の位置を検出するレチクル粗動レーザ干渉計42が、移動鏡32に対向して設けられている。このレチクル粗動レーザ干渉計42の出力は、主制御系18に供給されており、主制御系18ではこのレチクル粗動レーザ干渉計42の出力に基づいてレチクル粗動ステージ34のY方向の位置を計測するようになっている。

【0023】また、レチクル微動ステージ36上には、移動鏡38が設けられており、この移動鏡38にレーザービームを投射し、その反射光を受光することによりレチ

クル微動ステージ36の位置を検出する計測手段としてのレチクル微動レーザ干渉計40が、移動鏡38に対向して設けられている。ここで、実際には、レチクル微動ステージ36上には、X軸方向に直交する反射面を有するX移動鏡と、Y軸方向に直交する反射面を有する2つのY移動鏡の合計3つの移動鏡が設けられ、これに対応してレチクル微動レーザ干渉計もX軸方向位置計測用干渉計と2つのY軸方向位置計測用干渉計との合計3つが設けられているが、図1ではこれらが代表的に移動鏡38、レチクルレーザ干渉計40として示されている。

【0024】これらの3つのレチクル微動レーザ干渉計の出力は、主制御系18に供給されており、主制御系18ではX軸方向位置計測用干渉計の出力に基づいてレチクル微動ステージ36のX位置を計測し、2つのY軸方向位置計測用干渉計の出力の平均値に基づいてレチクル微動ステージ36のY位置を算出し、2つのY軸方向位置計測用干渉計の出力の差分に基づいてレチクル微動ステージ36のXY面内での回転角を算出するようになっている。

【0025】前記投影光学系PLは、不図示の第1コラムを介して不図示の定盤上にその光軸方向がXY平面に直交するZ軸方向となるように支持されている。この第1コラム上に不図示の第2コラムが設けられており、この第2コラム上に前記レチクルベースが設けられている。投影光学系PLとしては、例えば両側テレセントリックで所定の縮小倍率 $\beta$ （ここでは、 $\beta = 1/4$ とする）を有する屈折光学系が用いられている。このため、露光時には、レチクルRのパターン領域内のスリット状の照明領域のパターンが投影光学系PLを介してその表面にフォトレジストが塗布されたウエハW上の前記照明領域に共役な露光領域に縮小投影される。

【0026】前記ウエハステージ16は、実際には、不図示のウエハベース上をXY2次元方向に移動するXYステージと、このXYステージ上に設けられたレベリング用のステージと、このレベリング用のステージ上に配置され、ウエハを保持するZ・ $\theta$ ステージ等を含んで構成されるが、図1ではこれらが代表的にウエハステージ16として示されている。

【0027】ウエハステージ16上には、移動鏡46が設けられており、この移動鏡に46にレーザービームを投射し、その反射光を受光することによりウエハステージ16の位置を検出するウエハレーザ干渉計48が、移動鏡46に対向して設けられている。ここで、ウエハステージ16上には、実際には、Y軸方向に直交する反射面を有するY移動鏡と、X軸方向に直交する反射面を有するX移動鏡とが設けられ、これに対応してウエハレーザ干渉計として、Y移動鏡からの反射光を受光するY軸方向位置計測用干渉計と、X移動鏡からの反射光を受光するX軸方向位置計測用干渉計及び回転計測用干渉計との合計3つが設けられているが、図1ではこれらが代表的

に移動鏡46、ウエハレーザ干渉計48として示されている。

【0028】これらの3つのウエハレーザ干渉計の出力は、主制御系18に供給されており、主制御系18ではX軸方向位置計測用干渉計の出力に基づいてウエハステージ16のX位置を計測し、Y軸方向位置計測用干渉計の出力に基づいてウエハステージ44のY位置を計測し、X軸方向位置計測用干渉計の出力に対する回転計測用干渉計の出力に基づいてウエハステージ16のXY面内での回転角を算出するようになっている。

【0029】主制御系18は、露光時に、例えば、不図示の相対走査用の駆動装置を介してレチクル粗動ステージ34を所定の走査速度 $V_R$ で+Y方向に走査するのと同期して不図示の駆動装置を介してウエハステージ16を-Y方向に走査速度 $V_W$  ( $V_W = \beta \cdot V_R$ )で走査し、この際に生ずるレチクル粗動ステージ34とウエハステージ16との相対速度誤差を吸収し、レチクルRとウエハWとの相対速度と位置が4:1になるように不図示の微動制御用の駆動装置を介してレチクル微動ステージ36の動作を制御する。これにより、露光光ILで照明されたスリット状の照明領域に対してレチクルRが+Y方向に走査されるのと同期して照明領域と共役な露光領域に対してウエハWが投影光学系PLの縮小倍率に応じた速度で-Y方向に走査され、レチクルRのパターン形成面に形成されたパターンがウエハW上のショット領域に逐次転写される。

【0030】また、1つのショット領域の露光が終了すると、主制御系18では、ウエハステージ16を非走査方向(X方向に)所定距離移動して、次のショットの露光開始位置へのステッピング動作を行った後、走査露光を行い、このようにしてステップ・アンド・スキャン方式で露光を行なう。

【0031】更に、本実施形態では、投影光学系PLの側面に、振動センサとしての加速度センサ(加速度計)50が設けられており、この加速度センサ50によって投影光学系PLの振動が計測され、この計測値が主制御系18に供給されるようになっている。

【0032】図2には、本実施形態に係る走査型露光装置10のステージ制御系(及び位置制御系)のブロック図が示されている。この図2に示されるステージ制御系は、主として図1の主制御系18の機能(ソフトウェアにて実現される)を制御ブロック図にて示したものであるが、各構成要素を対応する個々のハードウェアにて構成しても良いことは勿論である。

【0033】このステージ制御系は、不図示のメインコンピュータからの指示に応じ、ウエハステージ16の速度指令値 $V_W$ を出力するスキャン速度発生器51と、このスキャン速度発生器51からの速度指令値 $V_W$ 、これを $1/\beta$ 倍(ここでは4倍)した速度指令値 $V_R$ にそれぞれ基づいてウエハステージ16、レチクル粗動ス

テージ34の速度をそれぞれ制御するウエハステージ速度制御系52、レチクル粗動ステージ速度制御系54と、ウエハステージ44の位置を4倍した位置情報に基づいてレチクル微動ステージ36の位置(及び速度)を制御するレチクル微動ステージ制御系56とを備えている。

【0034】これを更に詳述すると、ウエハステージ速度制御系52は、例えば、速度指令値 $V_W$ とウエハステージ16の速度との差である速度偏差を演算する減算器、この減算器からの速度偏差を動作信号として(比例+積分)制御動作を行なうPIコントローラ等(いずれも図示せず)を含む1型の閉ループ制御系によって構成することができる。なお、ウエハステージ16の速度は、実際にはウエハレーザ干渉計48の計測値の微分値から得られるものである。

【0035】前記レチクル粗動ステージ速度制御系54は、例えば、レチクル粗動ステージ34の速度指令値 $V_R$  ( $=4V_W$ )とレチクル粗動ステージ34の速度との差である速度偏差を演算する減算器、この減算器からの速度偏差を動作信号として(比例+積分)制御動作を行なうPIコントローラ等(いずれも図示せず)を含む1型の閉ループ制御系によって構成することができる。なお、レチクル粗動ステージ34の速度は、実際にはレチクル粗動レーザ干渉計42の計測値の微分値から得られるものである。

【0036】また、前記レチクル微動ステージ制御系56は、ウエハステージ速度制御系52の出力を $\beta$ 倍(4倍)した値を第1積分回路64で積分して得られるウエハステージの位置の4倍値(ウエハ干渉計48の計測値の4倍に相当)を目標位置として入力し、この目標位置と後述する第2積分回路76の出力であるレチクル微動ステージ36の位置情報(レチクル微動レーザ干渉計40の出力に相当)との差である位置偏差を算出する減算器74、この減算器74の出力である位置偏差を動作信号として(比例+積分)制御動作を行なうPIコントローラ等を含み、このPIコントローラによって演算される制御量を速度に変換して出力するレチクル微動ステージ位置制御系58、この位置制御系58の出力を目標速度として制御動作を行うレチクル微動ステージ速度制御系60、及びこのレチクル微動ステージ速度制御系60の出力を積分してレチクル微動ステージの位置に変換する第2積分回路76等から構成することができる。ここで、レチクル微動ステージ速度制御系60は、位置制御系58の出力である目標速度とレチクル微動ステージの速度との差である速度偏差を演算する減算器、この減算器からの速度偏差を動作信号として(比例+積分)制御動作を行なうPIコントローラ等(いずれも図示せず)を含んで構成される。

【0037】また、本実施形態では、前記レチクル微動ステージ制御系56の位置制御応答性を向上させようとの観点から、減算器62の出力であるウエハステージ1



6とレチクル粗動ステージ34との速度誤差が、加算器66を介してレチクル微動ステージ速度制御系60にフィードフォワード入力されている。

【0038】更に、本実施形態では、前述した加速度センサ50の計測値が第3積分回路70で積分され、この積分値が減算器68を介して第2積分回路76にフィードフォワード入力されており、第2積分回路76から出力されるレチクル微動ステージ36の位置情報は、レチクル微動ステージ速度制御系60の出力であるレチクル微動ステージ36の速度から加速度センサ50で計測された振動（加速度）の積分値（速度）との差を積分した位置の情報となっている。すなわち、加速度センサ50で計測される投影光学系PL（露光装置本体の一部）の振動成分が減算器68で相殺され、第2積分回路76の出力であるレチクル微動ステージ36の位置の計測値には露光装置本体（ボディ）の振動による誤差が含まれないような構成となっている。なお、実際には、レチクル微動ステージ36の位置は、レチクル微動レーザ干渉計40により直接計測するのであって、レチクル微動ステージ速度制御系60の速度を積分して得られるわけではないが、説明の便宜上及び制御ブロック図の書き方の慣習に従って図2においては実際の制御系と等価な制御系を示している。

【0039】以上説明した本実施形態の走査型露光装置10によると、投影光学系PLの側面に設けられた加速度センサ50を用いて投影光学系PL（露光装置本体の一部）振動を計測し、この計測値を速度に変換してレチクル微動ステージ制御系56内にフィードフォワード入力するようにしたこと、レチクル微動ステージ36の位置を計測するレチクル微動レーザ干渉計40の計測値に露光装置本体の振動成分が影響を与えるのを抑制でき、これにより露光のためのレチクルRとウエハWとの同期誤差の振動成分を速やかに相殺することが可能となり、結像特性を良好に維持することができる。

【0040】また、本実施形態では、最も位置制御応答性の良好なレチクル微動ステージ36を制御する制御系56に加速度センサ50の計測値がフィードフォワード入力されるので、振動に起因するレチクルとウエハとの同期誤差をより一層短時間で解消できるという利点がある。

【0041】更に、本実施形態では、投影光学系PLの振動を加速度センサ50で直接計測するようにしたこと、装置本体の他の部分の振動を計測する場合に比べて、装置本体の振動が投影光学系PLの結像特性に与える影響を最も的確に反映した同期誤差の振動成分の除去が可能となり、投影光学系PLの結像特性を最も良好に維持することができる。かかる観点からは、投影光学系PLの瞳位置の振動を加速度センサにより計測することが望ましく、また、複数の加速度センサを投影光学系PLに取付け、これらの加速度センサの計測値に所定の演

算処理を施して、投影光学系PLの振動を検出するようにしても良い。

【0042】しかしながら、振動センサは、投影光学系PL以外の露光装置本体の一部（但し、上述したウエハステージ、レチクルステージ等は除く）に設け、露光装置本体（ボディ）の振動を計測できれば足り、必ずしも投影光学系PLの振動を計測しなくても良いことは言うまでもない。

【0043】なお、上記実施形態では、加速度センサ50の計測値をレチクル微動ステージ制御系56内の位置制御ループの一部にフィードフォワード入力する場合について説明したが、本発明がこれに限定されることはなく、レチクル微動ステージ制御系56内の速度制御系60の内部等他の部分にフィードフォワード入力しても良い。あるいはウエハステージ速度制御系52や、レチクル粗動ステージ速度制御系54等の図2のステージ制御系の他の部分にフィードフォワード入力しても構わない。

【0044】また、上記実施形態では、本発明がステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置に適用された場合について説明したが、本発明の適用範囲がこれに限定されるものではなく、ステップ・アンド・リピート方式の縮小投影型露光装置（ステッパー）等の静止露光型の露光装置にも本発明は適用できるものである。すなわち、静止露光型の露光装置であってもマスクステージ及びウエハステージを備え、少なくともウエハステージの位置はレーザ干渉計等によって直接計測され、この計測値に露光装置本体の振動成分が影響を与えられ、振動センサの計測値をウエハステージを制御するステージ制御系にフィードフォワード入力することにより、レーザ干渉計等の計測値に含まれる振動による誤差分がステージ制御系による制御対象に影響を与える前に振動センサの計測値によって相殺することが可能となる。従って、レチクルステージと基板ステージとに位置ずれが生ずるのを防止することができ、これによりレチクルとウエハとを所望の結像関係に保った状態で投影露光を行うことが可能となる。

【0045】また、本発明は投影露光装置以外のプロキシミティ方式の露光装置や、電子ビーム露光装置等の露光装置にも適用は可能である。これらの露光装置においても、マスクと感応基板との位置合わせは必須であり、このため、レーザ干渉計等の計測手段によりマスク及び感応基板の少なくとも一方の位置が直接的に計測され、この計測値に露光装置本体の振動成分が影響を与えられ、振動センサにより露光装置本体内でかつマスク及び感応基板の内の計測手段によりその位置が計測されるもの以外の部分の振動を計測し、位置制御系により振動センサの計測値と計測手段の計測値とに基づいて、上記マスク及び感応基板の少なくとも一方の位置を制御することにより、マスクと感応基板の位置ずれに

よる露光不良の発生を抑制することができる。

【0046】

【発明の効果】以上説明したように、請求項 1 に記載の発明によれば、露光装置本体の振動に起因するマスクと感応基板の位置ずれによる露光不良の発生を抑制することができるという効果がある。

【0047】また、請求項2ないし5に記載の発明によれば、マスクと感応基板とを所望の結像関係に保った状態で投影露光を行うことができるという効果がある。

【0048】請求項6に記載の発明によれば、上記各請求項に記載の発明の効果に加え、露光装置本体の振動を直接的に計測できるという利点がある。

【図面の簡単な説明】

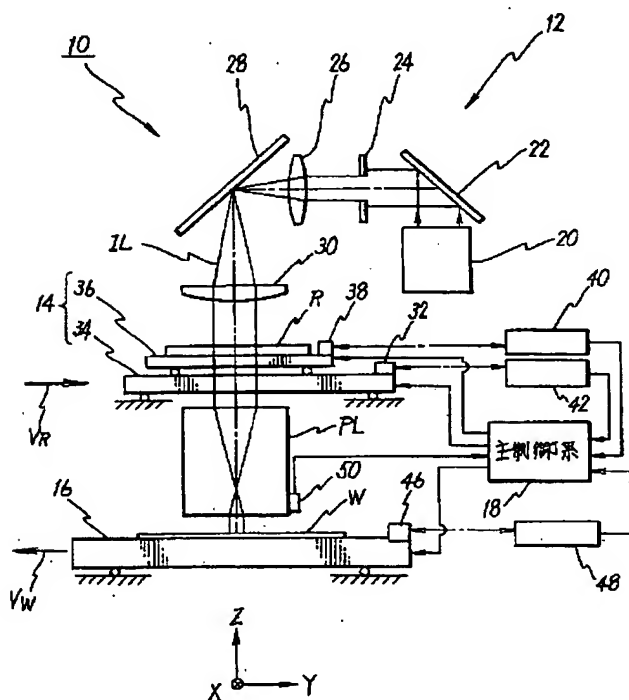
【図1】一実施形態に係る走査型露光装置の概略構成を示す図である。

【図2】図1の装置のステージ制御系の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 1 0 走査型露光装置（露光装置）  
1 4 レチクルステージ（マスクステージ）  
1 6 ウエハステージ（基板ステージ）  
1 8 主制御系（ステージ制御系、位置制御系）  
3 4 レチクル粗動ステージ（粗動ステージ）  
3 6 レチクル微動ステージ（微動ステージ）  
4 0 レチクル微動レーザ干渉計（計測手段）  
5 0 加速度計（振動センサ）  
R レチクル（マスク）  
W ウエハ（感応基板）  
P L 投影光学系

【図 1】



【図2】

